

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-129957

(43)Date of publication of application : 23.05.1989

(51)Int.Cl.

C23C 8/32

(21)Application number : 62-286958

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 13.11.1987

(72)Inventor : AIHARA HIDEO  
TAKEBAYASHI MASAMITSU

## (54) SURFACE TREATMENT FOR MARAGING STEEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide high fatigue strength to a maraging steel by applying fluidized bed gas soft nitriding treatment to the maraging steel by using an atmospheric gas prepared by adding specific amounts of CO<sub>2</sub> to an NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-type gas.

CONSTITUTION: A maraging steel is subjected to soft nitriding treatment in a fluidized bed furnace by using, as a fluidizing gas, a gas prepared by adding a CO<sub>2</sub> gas to an NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-type gas by 0.2W5vol.%. It is preferable that the NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-type gas has a composition consisting of 50% NH<sub>3</sub>, 35% N<sub>2</sub>, and 15% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. At the time of the above treatment, the infiltration of carbon atoms and nitrogen atoms into the steel is activated by the addition of the CO<sub>2</sub> gas, and large amounts of carbon atoms and nitrogen atoms are allowed to enter into solid solution in the outermost surface of the steel. As a result, surface residual compression stress is increased and high fatigue strength can be obtained. This method can be applied to endless metallic belt, etc.

⑩ 公開特許公報(A) 平1-129957

⑥ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)5月23日

C 23 C 8/32

7371-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

④ 発明の名称 マルエージング鋼の表面処理方法

④ 特 願 昭62-286958

④ 出 願 昭62(1987)11月13日

④ 発 明 者 相 原 秀 雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 ④ 発 明 者 竹 林 正 光 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 ④ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 ④ 代 理 人 弁理士 葛 優 美 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

マルエージング鋼の表面処理方法

2. 特許請求の範囲

$\text{NH}_3$ - $\text{N}_2$ - $\text{C}_2\text{H}_6$ 系ガスに $\text{CO}_2$ ガスを全ガス体積に基づいて0.2ないし5体積部添加したガスを雰囲気ガスとして用いてマルエージング鋼に流動層ガス軟化処理を施すことを特徴とするマルエージング鋼の表面処理方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はマルエージング鋼の表面処理方法に関する、詳しくはマルエージング鋼の流動層ガス軟化処理方法に関するものである。

〔従来の技術〕

自動車等の車両用にベルト駆動式の無段変速機が開発されている。無段変速機は、第4図に示すように、無段変速機10において、2個のV形プーリ12、14と、それらにトルク伝達ベルト16が掛合されてお

は、キャリア18とその上を滑動移動可能に、横部材11が多数配列されている。また、キャリア18は第5図に示すように、複数の無端金属ベルト18aないし18cを横周りに重ねたものである。

そして、トルク伝達ベルト16がトルクを伝達する時には、キャリア18が、上記2個のV形プーリ12、14の間を回転運動することから、キャリア18を構成する無端金属ベルト18aないし18cは、横部材11により曲げ応力を受けることになる。なお、これらのプーリの径を可変とすることにより、連続的にプーリの径を可変とすることにより、連続的にプーリの回転伝達比を変化させるようにしている。

このように、無端金属ベルト18aないし18cは、この曲げ応力を繰り返し受けるため、その曲げ疲労強度が十分でない場合には、疲労破断にいたるという欠点がある。

そのため、マルエージング鋼をキャリア18に用いることにより、該キャリアに高疲労強度、

高靱性を持たせることが行われている。更に、マルエージング鋼製のキャリヤに軟窒化処理を施し、更に強度を向上させることが考えられる。

マルエージング鋼の窒化処理方法としては、マルエージング鋼に比較的低温(450~480℃)でタフトライド処理を行う方法[プロシーディングス オブ ザ 18 ス インターナショナル コンファレンス オブ ヒートトリートメント オブ マテリアルズ 180 エム・オー・サウ P 129-144 (PROCEEDINGS of the 18th International Conference of Heat Treatment of Materials 180 M. Ohsawa P 129-144) 参照]があり、それにより疲労強度が極めて高くなる。しかし、タフトライド処理は、シアン酸を用いるため、公害の面で問題があり、タフトライド処理に比べてかわるものとして、流動層ガス軟窒化が検討されており、例えば第17回熱処理技術協会学術講演大会予稿集P 5-4に流動化ガスとして $N_2$  35 重、 $NH_3$  50 重、 $C_2H_2$  15 重からなるガスを用いて570℃で炭

素層ガス軟窒化処理をする方法が報告されている。

[発明が解決しようとする問題点]

近年、自動車の高性能化に伴い、エンジンも高トルク化しており、高トルクエンジン用無段変速機に用いるキャリヤは、更に高い疲労強度が要求されている。そこで、上記した $NH_3$  50 重、 $N_2$  35 重、 $C_2H_2$  15 重からなるガスを用いる流動層ガス軟窒化処理をマルエージング鋼製キャリヤに施すことにより、疲労強度を向上させることが試みられているが、マルエージング鋼製キャリヤとしての疲労強度は、繰り返し応力104回で計算曲げ応力が90 kg/mm<sup>2</sup>と、高トルクエンジン用無段変速機に用いるためにはまだ疲労強度が十分とは言えないという問題がある。

本発明は上記問題点を解決することを目的とするもので、高い疲労強度を得ることができるマルエージング鋼の表面処理方法を提供することを目的とするものである。

[問題点を解決するための手段]

本発明のマルエージング鋼の表面処理方法は、 $NH_3-N_2-C_2H_2$  系ガスに $CO_2$ ガスを全ガス体積に基づいて0.2ないし5体積比添加したガスを雰囲気ガスとして用いてマルエージング鋼に流動層ガス軟窒化処理を施すことを特徴とするものである。

流動層ガス軟窒化に用いる $NH_3-N_2-C_2H_2$  系ガスの組成は、特に限定されないが、例えば $NH_3$  50 重、 $N_2$  35 重及び $C_2H_2$  15 重からなるガスを用いることが好ましい。

[作用]

$NH_3-N_2-C_2H_2$  系ガスに $CO_2$ ガスを添加したガスを雰囲気ガスとしてマルエージング鋼に流動層ガス軟窒化を行うと、詳細は不明であるが、ガス軟窒化処理時の炭素原子及び窒素原子の鋼への侵入が $CO_2$ ガスの添加によって活性化され、それによって鋼の表面部に多量の炭素原子及び窒素原子が固着すると考えられ、その結果、表面圧縮残留応力が増大し、高い疲労強度が得られる。

なお、 $CO_2$ ガスは、その添加量が0.2重未満では十分な効果が得られず、一方、5重を超えると炭酸アンモニウム粉末が流動層の配管内に付着して処理が困難となるため、その添加量を0.2ないし5重とした。

[実施例]

本発明を一実施例により説明する。

マルエージング鋼(250 ksi 級)の試材を磨面により筒状にし、それを冷間圧延により板厚0.2 mmとした後、幅10 mmに切断し、周長700 mmの無垢金属ベルトを得た。

この無垢金属ベルトに約800℃の温度で溶体化処理を施した後、流動粒子としてアルミナ(≒100)を用いて温度を500℃に保持した流動層中で、流動ガスとして $NH_3-N_2-C_2H_2$  系ガスに $CO_2$ ガスを添加したガスを用いて軟窒化処理を施した。このとき、ガスの組成は $NH_3$  :  $N_2$  :  $C_2H_2$  の体積比を50 : 35 : 15とし、 $CO_2$ ガスを全ガスに対して0.25ないし4体積比(以下体積比は重と記す)に変化させた。

なか、比較例として実施例と同様に得た無端金属ベルトに、CO<sub>2</sub>ガスを含まないこと以外は実施例と同様の条件で処理を施した。

#### 試験例

実施例及び比較例の無端金属ベルトの表面残留応力をX線法で測定した。その結果を、表面残留応力に及ぼす添加CO<sub>2</sub>量の効果として、第1図に示す。

CO<sub>2</sub>ガスを全く添加しないガス組成の比較例は、82 kg/mm<sup>2</sup>の表面圧縮残留応力しか得られなかったが、CO<sub>2</sub>ガスを添加させることにより表面圧縮残留応力は急激に増加し、CO<sub>2</sub> 0.25 量で95 kg/mm<sup>2</sup>、0.5 量で112 kg/mm<sup>2</sup>、そして1 量以上で120 kg/mm<sup>2</sup>以上の高い表面圧縮残留応力が得られた。これにより、NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>系ガスへのCO<sub>2</sub>ガスの添加による表面圧縮残留応力の向上効果が確認された。

また、CO<sub>2</sub>添加量0量、0.25 量、0.5 量の条件で処理を施した無端金属ベルトをそれぞれ第3図に示すような疲労試験装置に搭載し、繰

り返し曲げ疲労試験を行った。なか、無端金属ベルト1は、ローラ2、3の間に搭載され、ローラ2、3の回転により繰り返し曲げ応力を受けるようになっている。また、ローラ2のローラ径は153 mm一定で、一方、ローラ3のローラ径は試験の設定荷重によって25～53 mmに変化させた。疲労試験結果を第2図に示す。

第2図に示す曲げ応力と繰り返し数の関係のグラフからわかるように、NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>系ガスにCO<sub>2</sub>ガスを添加することにより曲げ応力が増大し、曲げ応力は、CO<sub>2</sub>ガス無添加の比較例が例えば繰り返し数10<sup>4</sup>回で94 kg/mm<sup>2</sup>であるのに対し、CO<sub>2</sub>ガスを0.25 量添加した実施例は110 kg/mm<sup>2</sup>、CO<sub>2</sub>ガスを0.5 量添加した実施例は126 kg/mm<sup>2</sup>の値を示し、高い疲労強度が得られた。

なお、本実施例ではマルエージング鋼スチールベルトに本発明方法を適用した例を示したが、マルエージング鋼製のコイルスプリング等の部品に対しても同様の効果が得られることを確

認した。

#### (発明の効果)

本発明のマルエージング鋼の表面処理方法は、上記したように、NH<sub>3</sub>-N<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>系ガスにCO<sub>2</sub>ガスを添加したガスを用いてマルエージング鋼に流動層ガス軟化化を行うことにより、マルエージング鋼に高い疲労強度を与えることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の流動層ガス軟化処理を施したマルエージング鋼製の無端ベルトの表面圧縮残留応力とCO<sub>2</sub>ガス添加量との関係を示すグラフ。

第2図は本発明の一実施例の流動層ガス軟化処理を施したマルエージング鋼製の無端ベルトの曲げ応力と繰り返し数の関係を示すグラフ。

第3図は本発明の一実施例で用いた疲労試験装置の説明図。

第4図は従来技術による無段変速機の説明図。

第5図は第4図の無段変速機のA-A断面図

を要する。

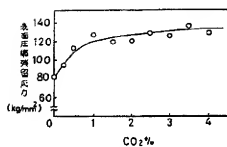
特許出願人 トヨタ自動車株式会社

代理人 井上 孝 栗 義

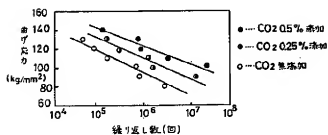
ほか2名



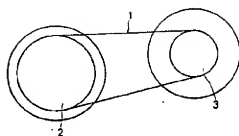
才 1 図



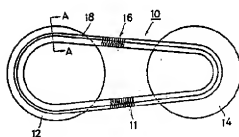
才 2 図



才 3 図



才 4 図



才 5 図

